

·综述·

基于¹⁸F-FDG PET VCAR 有效预测淋巴瘤诊疗效能的最新进展

苏玉林 王梓延 宋姝 朱高红

昆明医科大学第一附属医院核医学科 650032

通信作者: 朱高红, Email: 1026909611@qq.com

【摘要】 淋巴瘤是起源于身体不同部位以及具有多种病理亚型的血液系统恶性肿瘤。传统使用的评价指标为最大标准化摄取值, 其反映肿瘤组织中的最大活性代谢程度, 是目前临床应用最多的代谢参数。PET 体积计算机辅助判读(VCAR)软件可对淋巴瘤病灶进行测量分析, 自动计算病灶的代谢评估指标, 包括瘦体标准化摄取值峰值、肿瘤代谢体积和病灶糖酵解总量等。但淋巴瘤病理亚型分类繁多, 上述代谢评估参数对不同亚型淋巴瘤的诊断和疗效评估效率各不相同。因此, 笔者对基于¹⁸F-氟脱氧葡萄糖 PET VCAR 软件有效预测淋巴瘤诊疗效能的最新进展进行综述。

【关键词】 淋巴瘤; 氟脱氧葡萄糖 F18; 正电子发射断层显像术; 肿瘤代谢体积; 病灶糖酵解总量; 体积计算机辅助判读

基金项目: 国家自然科学基金(81360223、81860313); 云南省高级医学领军人才项目(L-2017003); 昆明医科大学研究生创新基金(2019S114)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202003031-00032](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202003031-00032)

Recent advances of effective prediction of lymphoma diagnosis and therapeutic based on ¹⁸F-FDG PET VCAR

Su Yulin, Wang Ziyang, Song Shu, Zhu Gaohong

Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650032, China

Corresponding author: Zhu Gaohong, Email: 1026909611@qq.com

【Abstract】 Lymphoma is a malignant tumor of the hematological system that originates from different sites of the body and has a variety of pathological types. Maximum standardized uptake value, a traditionally used evaluation index, can reflect the maximum metabolic activity in tumor tissues, and which is the most widely studied metabolic parameter in clinical research at present. PET volume computed assisted reading (VCAR) software can measure and analyze the lymphoma lesions and automatically calculate the metabolic evaluation indexes of the lesions, including the peak SUV normalized by lean body mass, metabolic tumor volume, total lesion glycolysis, etc. There are many pathological subtypes of lymphoma, and the above metabolic evaluation parameters have different diagnosis and efficacy evaluation efficiency for different types of lymphoma. Therefore, the author intends to review recent advances in the effective prediction of the diagnostic and therapeutic effect of lymphoma based on the metabolic assessment of ¹⁸F-fluorodeoxyglucose PET VCAR software.

【Key words】 Lymphoma; Fluorodeoxyglucose F18; Positron-emission tomography; Metabolic tumor volume; Total lesion glycolysis; Volume computed assisted reading

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (81360223, 81860313); Senior Medical Leadership Talent Project of Yunnan Province (L-2017003); Graduate Innovation Fund of Kunming Medical University (2019S114)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202003031-00032](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202003031-00032)

目前, PET/CT 显像对恶性淋巴瘤的临床应用价值已得到广泛认可^[1]。SUV_{max} 为勾画病灶 ROI 的最大 SUV, 可以反映肿瘤组织中的最大活性代谢程度, 是评价肿瘤生物学活性的有效指标^[2]。然而, 其只能代表病变部位一个像素点的 SUV_{max}, 不能反映出整个病灶的代谢活性情况。特别是对于低摄取的病灶, 其背景噪声摄取值往往被高估^[3]。PET 体积计算机辅助判读 (volume computed assisted reading, VCAR) 软件采用边界框自动轮廓绘制和分割肿瘤感兴趣体积 (volumes of interest, VOI), 采用迭代自适应分段算法自动计算病灶瘦体标准化摄取值峰值 (peak SUV normalized by lean body mass, SUL_{peak})、肿瘤代谢体积 (metabolic tumor volume, MTV)、病灶糖酵解总量 (total lesion glycolysis, TLG) 等代谢评估参数^[4], 对多种病理亚型淋巴瘤的诊疗效率进行评估, 这有利于个性化精准诊疗方案的制定, 我们现对其最新进展进行综述。

1 基于¹⁸F-FDG PET VCAR 的代谢评估参数

瘦体标准化摄取值 (SUV normalized by lean body mass, SUL) 是由 SUV 计算公式中体重分性别以特定公式进行标准化校正而得^[5]。马文超等^[6]对 SUL 测量方法进行可靠性分析, 结果显示, SUV 与体重指数 (body mass index, BMI) 明显相关, 而 SUL 不受患者 BMI 和性别的影响。SUL_{peak} 是指肿瘤病灶内最高摄取部位固定 ROI (通常为 1 cm³) 内的平均 SUL, 包含 1 cm³ 的体素。相对于单一像素的 SUV_{max}, SUL_{peak} 具有充足的像素量, 可减少噪声对图像的影响。

MTV 即肿瘤组织中具有较高代谢活性的体积, 反映异常代谢的肿瘤细胞数量。其基本原理是假定肿瘤的代谢活性高于周围组织的活性, 设定阈值并由 PET 图像分析软件根据活动性肿瘤负荷进行体积估算^[2]。MTV 可减少 SUV 代谢指标的计数变异性和肿瘤异质性偏差, 增加基于 PET 评估的体积测量准确率, 从而提高预测价值。

TLG 是一种精确的测量指标, 通过 PET 系统软件测量肿瘤大小和强度来确定疾病负荷。TLG 是在 MTV 的基础上计算而得 (TLG = MTV × 病灶区域平均标准化摄取值), 可同时反映肿瘤代谢活性与 MTV^[7]。

2 ¹⁸F-FDG PET/CT 显像对淋巴瘤的诊疗效能

PET/CT 显像在诊断淋巴瘤及其侵袭性以及骨髓受累方面具有重要价值^[8]。Schaefer 等^[9]回顾性比较 PET/CT 和增强 CT 对淋巴瘤诊断和分期的临床应用价值, 结果显示, 对于评估淋巴结受累情况, PET/CT 和增强 CT 的灵敏度分别为 94% 和 88%, 特异度为 100% 和 86%; 在评估结外器官组织受累方面, PET/CT 和增强 CT 的灵敏度分别为 88% 和 50%, 特异度为 100% 和 90%。这表明 PET/CT 显像在评估淋巴瘤患者淋巴结或器官受累, 尤其是在排除疾病方面, 具有较大的优势。¹⁸F-FDG PET/CT 显像可定位恶性细胞或炎症细胞 (如中性粒细胞和巨噬细胞), 显示出 ¹⁸F-FDG 异常浓聚的病灶。与反应性淋巴结病灶相比, 淋巴瘤引起的淋巴结肿大常伴有明显的 ¹⁸F-FDG 摄取。Mhlanga 等^[10]对 41 例艾滋病患者进行淋巴瘤和反应性淋巴结肿大的鉴别诊断定性评估, 结果显示, MTV、TLG 和 SUL_{peak} 是鉴别淋巴瘤和反应性淋巴结肿大的重要指标, 具有较高的诊断准确性。

SUV_{max} 反映肿瘤的代谢活跃程度, 对淋巴瘤患者后期随访具有一定的指导意义^[11]。而 MTV 和 TLG 是包含体积和代谢两方面信息的参数, 比 SUV_{max} 能更好的反映肿瘤负荷^[12]。PET 显像在早期即应用于淋巴瘤的病情评估, Juweid 等^[13]率先将 ¹⁸F-FDG PET/CT 显像纳入淋巴瘤反应评估标准。随着临床循证医学研究的发展, PET/CT 显像淋巴瘤评估标准的制定进一步规范^[14]。传统使用基于解剖结构变化的实体瘤疗效评价标准 (response evaluation criteria in solid tumors, RECIST) 为实体瘤治疗方案提供疗效反馈。然而, 治疗后的肿瘤代谢活动常先于肿瘤大小发生明显变化, 因此, 肿瘤代谢的变化能够更有效地对肿瘤疗效进行评估^[15]。PET/CT 显像代谢参数 SUV_{max} 能够准确灵敏地提供早期治疗的反应信息。Kim 等^[16]在肿瘤反应评估中将 RECIST 与把 SUV_{max} 作为疗效评价参数的欧洲癌症研究和治疗组织 (European Organization for Research and Treatment of Cancer, EORTC) 标准进行比较, 结果显示, 两种标准之间的一致性较差, 当采用 EORTC 标准代替传统的 RECIST 标准时, 治疗有效率显著增加 ($P < 0.0001$)。国际淋巴瘤工作小组在 2009 年提出多维尔 (Deauville) 评分视觉评

价标准^[17], 将¹⁸F-FDG代谢程度分为5个等级, 其优势在于使用内部参照器官(肝和纵隔血池)进行¹⁸F-FDG摄取的定量化, 从而减少了测量过程中的影响因素^[18]。Wahl等^[19]提出了PET实体瘤疗效评估标准(PET response criteria in solid tumors, PERCIST) 1.0, 其将PET/CT检查作为治疗疗效评价的重要参考, 并采用SUL取代SUV以减少体重的影响, 同时主张以SUL_{peak}作为治疗反应的最主要定量指标。与基于解剖形态变化的RECIST标准相比, 以SUL_{peak}变化作为评价指标的PERCIST标准更能准确区分完全代谢缓解与部分代谢缓解, 从而在评价治疗疗效方面更具优势。由于SUV_{max}与BMI明显相关, 而SUL不受患者BMI和性别的影响, 用于恶性肿瘤代谢定量分析比SUV_{max}更为客观。且PERCIST 1.0标准规定选择肝脏右后叶1 cm³ VOI为参考, 以1.5倍肝部参考区域(Ref VOI)的平均SUL+2倍标准差作为定义病灶的标准, 比未定义本底测量的EORTC标准更为准确可靠^[6]。

值得注意的是, 在PET/CT显像评估过程中, 规范化PET/CT显像技术和检查前的准备步骤是获得高质量图像的前提和作出正确诊断的依据^[20]。在对淋巴瘤治疗后疗效进行评估时, 在确保图像质量的情况下, 治疗后PET/CT显像的显像剂注射剂量、等待时间、显像条件和重建参数设置需与治疗前尽量保持一致。如PET VCAR应用PERCIST标准进行评估时, 前后2次检查的肝脏参考VOI平均值相差应该在20%以内, 或者相差小于0.3 SUL平均单位, 这可降低非病态变化对PET随时间定量化的影响。同时, 前后2次检查的注射后摄取时间相差应在15 min之内, 以及2次检查的显像剂放射性活度相差应在20%以内, 从而获得可靠的肿瘤代谢定量评估结果^[19]。

3 基于¹⁸F-FDG PET VCAR的代谢评估在不同病理亚型淋巴瘤中的应用

PET/CT显像代谢评估参数SUV_{max}、MTV和TLG在淋巴瘤的诊疗中起着重要作用。Yang等^[21]对上述代谢评估参数在原发性睾丸弥漫性大B细胞淋巴瘤(diffuse large B cell lymphoma, DLBCL)中的诊断价值的研究表明, MTV和TLG均可有效评估肿瘤的代谢负荷, 是评估肿瘤体积的可靠指标。然而, 不同病理亚型的淋巴瘤对¹⁸F-FDG摄

取的效能不同。侵袭性淋巴瘤和惰性淋巴瘤具有不同的生物学特性和¹⁸F-FDG代谢特点, 早期识别出侵袭性淋巴瘤, 可及时对患者进行精确地危险度分层^[22]。藺雪和于丽娟^[23]分析¹⁸F-FDG PET/CT代谢参数在侵袭性淋巴瘤和惰性淋巴瘤中的差异, 结果显示, 侵袭性淋巴瘤的TLG均较惰性淋巴瘤高, ROC曲线统计结果表明, TLG诊断侵袭性和惰性淋巴瘤的灵敏度和特异度分别为67.9%和70%, 而MTV在2组间的差异无统计学意义($P=0.444$)。并且, 及早发现低级别淋巴瘤向侵袭性表型淋巴瘤的转化, 可为疑似转化为侵袭性病灶的患者提供合适的靶标活检部位信息, 对临床治疗淋巴瘤方案的制定具有重要意义。

在疗效评价和预后评估方面, 汤泊等^[24]探讨治疗前¹⁸F-FDG PET/CT显像代谢参数SUV_{max}、MTV和TLG对I~II期结外自然杀伤/T细胞淋巴瘤的疗效评价效能, 结果显示, 治疗前¹⁸F-FDG PET/CT显像测得的MTV和TLG是影响I~II期结外自然杀伤/T细胞淋巴瘤患者无进展生存期和总生存期的独立预后因素, 两者预测价值优于SUV_{max}。对于晚期结外自然杀伤/T细胞淋巴瘤, MTV和TLG亦显现出同样的预测价值^[25]。赵鹏等^[26]探讨PET/CT显像代谢参数SUV、MTV和TLG评估DLBCL治疗疗效的价值, 指出MTV是唯一的疗效评价独立预后因素, 可成为淋巴瘤疗效评价的可靠半定量分析指标。丁重阳等^[27]研究结果显示, ¹⁸F-FDG PET/CT所测得的TLG是影响II~III期DLBCL患者的无进展生存期和总生存期的独立评价指标, TLG比SUV_{max}具有更好的预测价值, 对DLBCL患者的预后判断具有一定的参考价值。上述研究结果与Esfahani等^[28]观点一致, 其团队研究结果显示, MTV对早期、晚期和复发的霍奇金淋巴瘤(HL)都有重要的预后预测作用。Cottreau等^[29]研究结果表明, 对于早期霍奇金淋巴瘤(HL), MTV是无进展生存期和总生存期的强预测因子, 特异度分别为86%和84%, 可准确有效地判断高风险患者; 在多变量分析中, MTV是独立的预后指标, 高MTV(>147 cm³)的患者, 其治疗失败或病死的风险分别是低MTV患者的5倍和7倍。一项纳入123例患者的双中心回顾性研究结果表明, MTV和TLG是老年霍奇金淋巴瘤(HL)患者无进展生存期的独立预后因素, 可用于

预测预后^[30]。

4 小结与展望

PET/CT 显像能有效结合解剖形态信息和功能代谢信息, 在淋巴瘤的临床应用中具有较高的灵敏度和特异度。基于¹⁸F-FDG PET VCAR 代谢评估能对淋巴瘤的诊疗进行有效预测。淋巴瘤亚型分类繁多, 不同代谢评估参数对不同亚型淋巴瘤的诊断和疗效评估效率各不相同。充分了解不同病理亚型淋巴瘤诊疗的¹⁸F-FDG PET VCAR 代谢评估效率, 有利于制定精准个性化的诊疗方案, 为临床诊断提供更可靠的信息。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展, 不涉及任何利益冲突。

作者贡献声明 苏玉林、王梓延负责综述的撰写; 宋妹负责相关参考文献资料的收集与整理; 朱高红负责命题的提出、综述的审阅。

参 考 文 献

- [1] 赵曼, 吴翼伟. ¹⁸F-FDG PET/CT 联合改良国际预后指标 (NCCN-IPI) 对弥漫大 B 细胞淋巴瘤预后评估的价值分析[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2019, 43(5): 427-431. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.05.008.
Zhao M, Wu YW. Prognostic value of ¹⁸F-FDG PET/CT combined with an enhanced international prognostic index (NCCN-IPI) in diffuse large B cell lymphoma[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2019, 43(5): 427-431. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.05.008.
- [2] Kostakoglu L, Chauvie S. Metabolic tumor volume metrics in lymphoma[J]. *Semin Nucl Med*, 2018, 48(1): 50-66. DOI: 10.1053/j.semnuclmed.2017.09.005.
- [3] Akamatsu G, Ikari Y, Nishida H, et al. Influence of statistical fluctuation on reproducibility and accuracy of SUV_{max} and SUV_{peak}: a phantom study[J]. *J Nucl Med Technol*, 2015, 43(3): 222-226. DOI: 10.2967/jnmt.115.161745.
- [4] Shang JJ, Ling XY, Zhang LY, et al. Comparison of RECIST, EORTC criteria and PERCIST for evaluation of early response to chemotherapy in patients with non-small-cell lung cancer[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2016, 43(11): 1945-1953. DOI: 10.1007/s00259-016-3420-7.
- [5] 胡娜, 王云华. ¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数在肺癌中的应用[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2018, 38(1): 59-63. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.01.015.
Hu N, Wang YH. Application of ¹⁸F-FDG PET/CT metabolic parameters in lung cancer[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2018, 38(1): 59-63. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.01.015.
- [6] 马文超, 徐文贵, 张青菊, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT SUL_{peak} 测量方法可靠性分析[J]. 中国实验诊断学, 2016, 20(1): 32-35.
Ma WC, Xu WG, Zhang QJ, et al. Reliability analysis of measurement methods for ¹⁸F-FDG SUL_{peak} in PET/CT scan[J]. *Chin J Lab Diagn*, 2016, 20(1): 32-35.
- [7] Wang XJ. PET/CT: appropriate application in lymphoma[J]. *Chin Clin Oncol*, 2015, 4(1): 4. DOI: 10.3978/j.issn.2304-3865.2014.11.05.
- [8] Tezol Ö, Sağcan F, Özcan PP, et al. Bone marrow involvement in pediatric malignancies: a comparison study of Positron emission tomography/computed tomography and bone marrow biopsy[J]. *Turk J Pediatr*, 2020, 62(2): 182-190. DOI: 10.24953/turkjped.2020.02.003.
- [9] Schaefer NG, Hany TF, Taverna C, et al. Non-Hodgkin lymphoma and Hodgkin disease: coregistered FDG PET and CT at staging and restaging — do we need contrast-enhanced CT? [J]. *Radiology*, 2004, 232(3): 823-839. DOI: 10.1148/radiol.2323030985.
- [10] Mhlanga JC, Durand D, Tsai HL, et al. Differentiation of HIV-associated lymphoma from HIV-associated reactive adenopathy using quantitative FDG PET and symmetry[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2014, 41(4): 596-604. DOI: 10.1007/s00259-013-2671-9.
- [11] 何延辉, 徐慧琴, 汪会, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 显像在评价不同病理亚型淋巴瘤疗效方面的价值[J]. 安徽医科大学学报, 2015, 50(2): 194-197. DOI: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2015.02.015.
He YH, Xu HQ, Wang H, et al. Significance of ¹⁸F-FDG PET/CT imaging in evaluating curative effect of different pathologic subtypes of lymphoma[J]. *Acta Univ Med Anhui*, 2015, 50(2): 194-197. DOI: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2015.02.015.
- [12] Tateishi U. PET/CT in malignant lymphoma: basic information, clinical application, and proposal[J]. *Int J Hematol*, 2013, 98(4): 398-405. DOI: 10.1007/s12185-013-1444-3.
- [13] Juweid ME, Wiseman GA, Vose JM, et al. Response assessment of aggressive non-Hodgkin's lymphoma by integrated international workshop criteria and fluorine-18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography[J]. *J Clin Oncol*, 2005, 23(21): 4652-4661. DOI: 10.1200/JCO.2005.01.891.
- [14] Cheson BD. PET/CT in Lymphoma: current overview and future directions[J]. *Semin Nucl Med*, 2018, 48(1): 76-81. DOI: 10.1053/j.semnuclmed.2017.09.007.
- [15] Velez EM, Desai B, Ji LY, et al. Comparative prognostic implication of treatment response assessments in mCRPC: PERCIST 1.0, RECIST 1.1, and PSA response criteria[J]. *Theranostics*, 2020, 10(7): 3254-3262. DOI: 10.7150/thno.39838.
- [16] Kim JH, Kim BJ, Jang HJ, et al. Comparison of the RECIST and EORTC PET criteria in the tumor response assessment: a pooled

- analysis and review[J]. *Cancer Chemother Pharmacol*, 2017, 80(4): 729–735. DOI: [10.1007/s00280-017-3411-9](https://doi.org/10.1007/s00280-017-3411-9).
- [17] Meignan M, Gallamini A, Meignan M, et al. Report on the First International Workshop on interim-PET-scan in Lymphoma[J]. *Leuk Lymphoma*, 2009, 50(8): 1257–1260. DOI: [10.1080/10428190903040048](https://doi.org/10.1080/10428190903040048).
- [18] Rekowski J, Hüttmann A, Schmitz C, et al. Interim PET evaluation in diffuse large B-cell lymphoma using published recommendations: comparison of the Deauville 5-point scale and the $\Delta\text{SUV}_{\text{max}}$ method[J]. *J Nucl Med*, 2021, 62(1): 37–42. DOI: [10.2967/jnumed.120.244145](https://doi.org/10.2967/jnumed.120.244145).
- [19] Wahl RL, Jacene H, Kasamon Y, et al. From RECIST to PERCIST: evolving considerations for PET response criteria in solid tumors[J]. *J Nucl Med*, 2009, 50(Suppl 1): S122–150. DOI: [10.2967/jnumed.108.057307](https://doi.org/10.2967/jnumed.108.057307).
- [20] Okamoto S, Toyonaga T, Matsuzawa K, et al. Effect of drugs containing glucose on FDG-PET image quality[J]. *Ann Nucl Med*, 2019, 33(11): 828–834. DOI: [10.1007/s12149-019-01394-1](https://doi.org/10.1007/s12149-019-01394-1).
- [21] Yang J, Zhu S, Pang FW, et al. Functional parameters of ^{18}F -FDG PET/CT in patients with primary testicular diffuse large B-cell lymphoma[J]. *Contrast Media Mol Imaging*, 2018, 2018: article ID 8659826. DOI: [10.1155/2018/8659826](https://doi.org/10.1155/2018/8659826).
- [22] Mauro FR, Chauvie S, Paoloni F, et al. Diagnostic and prognostic role of PET/CT in patients with chronic lymphocytic leukemia and progressive disease[J]. *Leukemia*, 2015, 29(6): 1360–1365. DOI: [10.1038/leu.2015.21](https://doi.org/10.1038/leu.2015.21).
- [23] 蒯雪, 于丽娟. 非霍奇金淋巴瘤中侵袭性淋巴瘤和惰性淋巴瘤的 ^{18}F -FDG PET/CT显像特征[J]. *现代肿瘤医学*, 2019, 27(7): 1225–1228. DOI: [10.3969/j.issn.1672-4992.2019.07.032](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-4992.2019.07.032).
Lin X, Yu LJ. ^{18}F -FDG PET/CT imaging features of invasive lymphoma and indolent lymphoma in non-Hodgkin's lymphoma[J]. *J Mod Oncol*, 2019, 27(7): 1225–1228. DOI: [10.3969/j.issn.1672-4992.2019.07.032](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-4992.2019.07.032).
- [24] 汤泊, 周锦, 郭喆, 等. 治疗前 ^{18}F -FDG PET/CT显像代谢参数判断早期结外自然杀伤/T细胞淋巴瘤的预后价值[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2019, 39(12): 732–738. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.12.006](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.12.006).
Tang B, Zhou J, Guo Z, et al. Prognostic value of pretreatment ^{18}F -FDG PET/CT imaging metabolic parameters in patients with early-stage extranodal natural killer/T cell lymphoma[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2019, 39(12): 732–738. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.12.006](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.12.006).
- [25] 吴丽玲, 梁金花, 王莉, 等. ^{18}F -脱氧葡萄糖 PET-CT 代谢参数对晚期结外 NK/T 细胞淋巴瘤的预后预测价值[J]. *中华肿瘤杂志*, 2019, 41(11): 831–836. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2019.11.006](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2019.11.006).
Wu LL, Liang JH, Wang L, et al. Prognostic value of pretreatment ^{18}F -FDG PET-CT metabolic parameters in patients with advanced extranodal NK/T cell lymphoma[J]. *Chin J Oncol*, 2019, 41(11): 831–836. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2019.11.006](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2019.11.006).
- [26] 赵鹏, 朱博, 赵尉, 等. 肿瘤基线代谢参数预测弥漫大 B 细胞淋巴瘤预后的价值[J]. *中国医科大学学报*, 2019, 48(12): 1122–1126. DOI: [10.12007/j.issn.0258-4646.2019.12.014](https://doi.org/10.12007/j.issn.0258-4646.2019.12.014).
Zhao P, Zhu B, Zhao W, et al. The prognostic value of baseline metabolic parameters of ^{18}F -FDG PET/CT in predicting the treatment efficacy in patients with diffuse large B-cell lymphoma[J]. *J China Med Univ*, 2019, 48(12): 1122–1126. DOI: [10.12007/j.issn.0258-4646.2019.12.014](https://doi.org/10.12007/j.issn.0258-4646.2019.12.014).
- [27] 丁重阳, 丁磊, 李天女, 等. ^{18}F -FDG PET/CT 代谢参数判断 II~III 期弥漫大 B 细胞淋巴瘤的预后价值[J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2019, 43(3): 203–209. DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.03.002](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.03.002).
Ding CY, Ding L, Li TN, et al. Prognostic value of ^{18}F -FDG PET/CT metabolic parameters in patients with diffuse large B-cell lymphoma of stage II–III disease[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2019, 43(3): 203–209. DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.03.002](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.03.002).
- [28] Esfahani SA, Heidari P, Halpern EF, et al. Baseline total lesion glycolysis measured with ^{18}F -FDG PET/CT as a predictor of progression-free survival in diffuse large B-cell lymphoma: a pilot study[J/OL]. *Am J Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 3(3): 272–281[2020-03-19]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23638338>.
- [29] Cottreau AS, Versari A, Loft A, et al. Prognostic value of baseline metabolic tumor volume in early-stage Hodgkin lymphoma in the standard arm of the H10 trial[J]. *Blood*, 2018, 131(13): 1456–1463. DOI: [10.1182/blood-2017-07-795476](https://doi.org/10.1182/blood-2017-07-795476).
- [30] Albano D, Mazzeletti A, Spallino M, et al. Prognostic role of baseline ^{18}F -FDG PET/CT metabolic parameters in elderly HL: a two-center experience in 123 patients[J]. *Ann Hematol*, 2020, 99(6): 1321–1330. DOI: [10.1007/s00277-020-04039-w](https://doi.org/10.1007/s00277-020-04039-w).

(收稿日期: 2020-03-20)